

dr hab. Beata Dudziec, Prof. UAM
Zakład Chemii Metaloorganicznej
Wydział Chemii UAM

Poznań, 07. 01. 2022

RECENZJA

rozprawy doktorskiej **mgr Agaty Sabriny Herc** pt. „*Hybrydowe kompozyty polilaktydu i pochodnych krzemooorganicznych*”

(opracowana na zlecenie Rady Naukowej CBMiM PAN - pismo L.Dz. 64/SN/2021 z dnia 26.10.2021 r.)

Rozprawa doktorska mgr Agaty Sabriny Herc została wykonana w Zespole Fizykochemii Materiałów Hybrydowych, Centrum Badań Molekularnych i Makromolekularnych Polskiej Akademii Nauk w Łodzi, pod kierunkiem prof. CBMiM PAN dr hab. inż. Anny Kowalewskiej. Powierzona mi do recenzji praca jest integralnie związana z tematyką zainteresowań naukowych Pani Promotor, uznanej specjalistki w dziedzinie syntez materiałów hybrydowych oraz kompozytowych, projektowanych w oparciu o związki krzemooorganiczne, m.in. polisiloksany czy silseskwioxany.

Wraz z szybkim rozwojem materiałoznawstwa i inżynierii w XXI wieku, rozwój nanonauki i nanotechnologii ma swoje szczególne odzwierciedlenie w opracowywaniu nowych technologii syntez materiałów o specyficznych i zaprojektowanych właściwościach fizykochemicznych. Jest to wyraźnie widoczne w gałęzi chemii związanej z materiałami hybrydowymi. To szczególna grupa układów kompozytowych, które składają się z co najmniej dwóch składników zmieszanych na poziomie nanometrycznym, w których zwykle jeden z nich jest nieorganiczny, a drugi organiczny. Szczególnie ważna cecha tych materiałów to właściwości fizykochemiczne, które mogą być pochodną udziału konkretnej matrycy polimerowej oraz jej modyfikatora czy napełniacza. Charakterystyczne może być m.in. podwyższenie stabilności termicznej oraz zmiana właściwości mechanicznych takich materiałów hybrydowych w stosunku do ich bazowych polimerów organicznych. Istotnym aspektem ich projektowania może być wybór dodatków, które w zależności od budowy mają także określoną funkcję, tj. modyfikację własności polimeru i wytworzenie nowego materiału użytkowego. Mowa tutaj o napełniaczach i stabilizatorach, dodawanych w celach poprawy m.in ich odporności termicznej, chemicznej czy mechanicznej, plastyfikatorach – mających polepszyć możliwości przetwórcze materiałów, ale także antypirenach i antystatykach – do zmniejszenia palności oraz elektryzowania się materiału, aż po barwniki – nadające kolor. Coraz częściej projektuje się dodatki o nanometrycznych wielkościach, które spełniają kilka z tych funkcji jednocześnie. Różne grupy związków mogą być stosowane jako modyfikatory matryc polimerowych, a jedną z wielu o bardzo szerokiej gamie przedstawicieli, są związki krzemooorganiczne. Niezwykle rozpoznawalną rodziną tych układów są polisiloksany - polimery syntetyczne o szerokich zastosowaniach. Obecnie spotykane są w niemal każdej gałęzi chemii, medycynie czy życiu codziennym. Powtarzającym się motywem tych związków są jednostki Si-O-Si, zależnie od ilości podstawników tlenu, określane jako M, D, T i Q (odpowiednio

dla jednego, dwóch, trzech i czterech atomów tlenu). W przypadku polisiloksanów, prócz ich liniowych przedstawicieli, należy wyróżnić cykliczne siloksany (m.in. jako reagenty do syntez tych pierwszych), ale także dużą grupę związków, z obecnym ww. motywem siloksanowym, określanym mianem silseskwioxanów (Polyhedral Oligomeric Silsesquioxanes = POSS[®], SQs), dla których zwykle podawany jest wzór ogólny $(RSiO_{3/2})_n$ (R = H, alkil, aryl). Jak się okazuje, wzór ten nie oddaje mnogości struktur, które mogą formować te związki, począwszy od układów nieuporządkowanych (tzw. żywic silseskwio-ksanowych), poprzez zdefiniowane systemy o strukturze drabinkowej – które Autorka dysertacji wykorzystała w swoich badaniach, po konstrukcje klatkowe (otwarte i zamknięte). Badania ostatnich lat wskazują, że gałąź chemii materiałowej okazuje się bardzo interesująca silseskwioxanami, które ze względu na swój hybrydowy (z natury budowy) charakter, mogą być specyficznym typem modyfikatorów matryc polimerowych. Mnogość prac badawczych, ale przede wszystkim patentów związanych z ich wykorzystaniem jako komponentów materiałów hybrydowych, wskazuje na ich ogromny potencjał aplikacyjny. Zadaniem tego typu modyfikatorów jest poprawa wielu własności polimerów, od odporności termicznej i mechanicznej, przez odporność na utlenianie i korozję, poprawę parametrów dielektrycznych, barierowych, hydrofobowości czy palności i innych. Stąd też można znaleźć liczne zastosowania silseskwioxanów w różnorodnych dziedzinach nauki (m.in. w chemii materiałów – optoelektronika, membrany, w biochemii i medycynie, w katalizie, w tworzeniu układów porowatych czy dendrytycznych). Ze względu na nanometryczne rozmiary klatki SQs oraz obecność różnej liczby i rodzaju grup funkcyjnych znajdujących się w jej szkieletach, możliwe jest ich precyzyjne osadzanie w matrycy polimerowej. Sposób syntezy takich materiałów polimerowych, zależy od charakteru grup funkcyjnych SQs (obojętnych lub reaktywnych) oraz ich liczby. Zastosowana metodyka obejmuje m.in. „szczepienie” matrycy polimerowej z monofunkcyjnymi SQs, kopolimeryzację monomerów organicznych z di- lub oktafunkcjonalizowanymi SQs, co w rezultacie pozwala otrzymać sieci liniowe lub trójwymiarowe. Ostatni układ powstaje także wskutek mieszania gotowego polimeru z SQs z grupami inertnymi, co zwykle przeprowadza się na drodze przetwórstwa (m.in. w stanie stopionym), ale nie prowadzi do tworzenia kowalencyjnych połączeń między modyfikatorem i matrycą. Jednocześnie warto podkreślić, że modyfikatory oddziałujące z matrycą polimerową nie tworząc *stricte* wiązań kowalencyjnych, czyli poprzez oddziaływania supramolekularne np. wiązania wodorowe, koordynacyjne, siły van der Waalsa, oddziaływania typu π - π , n - π^* czy efekty elektrostatyczne, zyskują coraz większą popularność. Przykładem może być szeroka grupa materiałów tzw. *Metal Organic Frameworks* (MOF), co niewątpliwie jest wynikiem szybkiego rozwoju i wpływu chemii supramolekularnej.

Jeśli spojrzeć na polimery organiczne, które są wykorzystywane w otrzymywaniu takich materiałów hybrydowych, to jest to szeroka grupa od polimerów syntetycznych, m.in. polietylen, polistyren, polibutadien, poli(metakrylan metylu), poliamidy czy poliuretany, ale także nieorganiczne, np. polifosfazeny, a na polimerach naturalnych kończąc. W ostatnich latach właśnie biopolimery, czyli te pozyskiwane ze źródeł naturalnych, o własnościach biodegradowalnych, m.in. polihydroksyalkany, polimery na bazie celulozy czy skrobi, a także poli(kwas mlekowy) czyli polilaktyd, stały się obiektem badań, względu na oczywiste aspekty związane z ochroną środowiska. Przykładem może być poli(kwas mlekowy), który znalazł się w kręgu zainteresowań naukowych prof. CBMiM PAN dr hab. inż. Anny Kowalewskiej i stał się interesującym materiałem do badań, czego dowodem jest

przygotowana dysertacja mgr Agaty Herc. Polilaktyd (PLA) oraz jego kompozyty o ulepszonych właściwościach fizykochemicznych są jednymi z bardziej obiecujących materiałów biodegradowalnych. Zastosowania czystego PLA mogą być ograniczone i związane z jego znaczną sztywnością czy kruchością, a także dość słabą szybkością krystalizacji. Celem poprawy jego własności użytkowych wykorzystuje się różne metody modyfikacji, od kopolimeryzacji czy mieszania z innymi polimerami po stosowanie nanonapełniaczy, włókien czy środków zarodkujących itd. Tematyka poruszana w niniejszej dysertacji wpisuje się w ambitne zagadnienia współczesnej chemii materiałowej, z kluczowym udziałem polisiloksanów (liniowych silseskwioksanów o budowie drabinkowej i ich analogów cyklosiloksanowych), jako modyfikatorów polilaktydu. Wyniki tych badań niewątpliwie przyczynią się do poszerzenia aktualnego stanu wiedzy w tym obszarze chemii. Pełna charakterystyka uzyskanych materiałów oraz wskazanie zależności pomiędzy budową modyfikatorów i matrycy polimerowej, a właściwościami otrzymanych materiałów pozwoli w przyszłości na precyzyjne zaprojektowanie struktur związków o ściśle sprecyzowanym charakterze fizykochemicznym.

Ocena formalna

Pani mgr Agata Herc, jako rozprawę doktorską, przedstawiła monotematyczny cykl czterech publikacji [I-IV], z poprzedzającym komentarzem zawierającym wprowadzenie, wykaz stosowanych skrótów, cel i zakres pracy, dyskusję uzyskanych wyników badań, wnioski wraz z cytowaną literaturą, a także streszczenia dysertacji (łącznie 50 stron). Dodatkowo w pracy zawarte były informacje o całościowym dorobku Doktorantki, oświadczenia współautorów publikacji oraz kopie publikacji z cyklu rozprawy doktorskiej, co wyczerpuje zakres wymaganej dokumentacji.

Artykuły zamieszczone w cyklu pracy doktorskiej opublikowane zostały w latach 2020-2021, w dobrych czasopismach z dziedziny chemii i analizy materiałów polimerowych oraz nanokompozytów, które znajdują się w bazie *Journal Citation Report (JCR): Polymer* [I] (IF₂₀₂₀=4.43), *Thermochimica Acta* [II] (IF₂₀₂₀=3.115), *eXPRESS Polymer Letters* [III] (IF₂₀₂₀=4.161) i *Polymer Testing* [IV] (IF₂₀₂₀=4.282). Wszystkie prace są wieloautorskie i zawierają od pięciu do dziesięciu autorów. W trzech pierwszych pracach (I-III) p. Herc jest pierwszym autorem i drugim autorem w przypadku pracy IV. Z załączonej dokumentacji, w której zawarte są oświadczenia współautorów wynika, że wkład Doktorantki jest kluczowy i dotyczy:

- przeprowadzenia badań eksperymentalnych związanych z optymalizacją syntez liniowych modyfikowanych poli(silseskwioksanów) drabinkowych (LPSQ-R) oraz ich małowcząsteczkowych analogów cyklosiloksanowych (CX-R). Do tego celu wykorzystano pochodne winylowe, które modyfikowano odpowiednimi tiolami w procesie addycji eno-tiolowej. W efekcie realizowanych prac otrzymano pochodne odpowiednio z grupami reaktywnymi -OH, -COOH, -COOMe i fenolową zawierającą różną ilość atomów fluoru;
- wykonania charakterystyki (spektroskopowej, termicznej) produktów uzyskanych w powyższych pracach eksperymentalnych;
- otrzymania kompozytów PLA, z różną zawartością LPSQ-R oraz CX-R, wraz z oceną ich własności fizykochemicznych (optycznych, strukturalnych czy termicznych).

Pozostali współautorzy uczestniczyli w syntezie wybranych pochodnych reagentów oraz charakterystyce materiałów, związanej z daną metodą pomiarową. Promotor, prof. CBMiM PAN dr hab. inż. Anna Kowalewska, koordynowała całość realizowanych prac tworząc i weryfikując uzyskane rezultaty z koncepcją badań, przygotowywała finalne wersje manuskryptów publikacji, a także korespondowała z recenzentami.

Dobór oryginalnych publikacji do cyklu opatrzonego wspólnym tytułem „*Hybrydowe kompozyty polilaktydu i pochodnych krzemooorganicznych*”, uważam za prawidłowy i uzasadniony. Wybrane prace związane są z syntezą hybrydowych materiałów polimerowych z osnową polilaktydu i modyfikatorami w postaci funkcjonalizowanych poli(silsekwioksanów) drabinkowych oraz ich analogów cyklosiloksanowych. Realizowane badania dotyczyły także charakterystyki otrzymanych kompozytów, która wykonana była z użyciem różnych technik analitycznych, celem potwierdzenia uzyskania postulowanych struktur oraz oceny wpływu modyfikatorów na zmiany właściwości fizykochemicznych i mechanicznych tych materiałów hybrydowych.

Uwagi ogólne

Tytuł: może warto było rozwinąć w tytule pracy doktorskiej odniesienie do konkretnej grupy użytych związków krzemooorganicznych, np. „*cyklosiloksanowych pochodnych krzemooorganicznych*”? Doktorantka podkreśla w pracy, że użycie małowcząsteczkowych cyklosiloksanów było podyktowane obecnością analogicznego, jak w silsekwioksanach drabinkowych, pierścienia cyklosiloksanowego, jako wiodącego i powtarzającego się motywu strukturalnego. Ale jest to jedynie moje subiektywne wrażenie, które bynajmniej nie wpływa na moją ocenę przedstawionej do recenzji pracy.

Literatura: Dobrze dobrane odnośniki literaturowe (92 pozycje), ukazujące przegląd tematyki związanej z kompozytami polilaktydu i wskazujące, że Autorka swobodnie porusza się w tym obszarze zagadnień. Do tego punktu wróć w ocenie merytorycznej pracy. *Nota bene* wartym podkreślenia jest dobry sposób ich przedstawienia, tj. oprócz autorów i tytułu czasopisma podany jest tytuł artykułu, co znacznie ułatwia czytającemu poruszanie się wśród tylu odnośników. Nieliczne uchybienia, np. brak podania wydawcy w ref. 46, nie są znaczące i nie wpływają na niemożność odnalezienia właściwej publikacji.

Pod względem *stylu i precyzji wypowiedzi, jak i edycji tekstu* pracę oceniam dobrze. W niektórych miejscach pracy pojawiają się oznaczenia na rysunkach czy w samej pracy, które nie do końca są spójne ze stosowanymi dalej skrótami, także tymi z publikacji (np. str. 39 pod rys. 14 – skrót P/LPSQ-R, a w pracy pojawiał się także PLA/LPSQ-R lub odpowiednie opisy związane z ilością użytego modyfikatora: P/2-COOH, ale bez informacji czy to LPSQ-R czy CX-R). Precyzja w oznaczeniach to ważna kwestia, ponieważ zdecydowanie ułatwia recenzentowi (ale i samemu autorowi) weryfikację i poruszanie się w tym „gąszczu oznaczeń” próbek. Oczywiście już w samych artykułach przyjęta notacja jest konsekwentnie stosowana. W moim mniemaniu jakość grafik umieszczona w tym komentarzu do cyklu opublikowanych artykułów pozostawia trochę do życzenia – są mało wyraźne. Te same grafiki, już w publikacjach są we właściwej rozdzielczości.

W dysertacji można (jak w każdej właściwie pracy ...) znaleźć nieliczne *błędy edytorskie, czy stylistyczne*, których znaczenie w zasadzie można pominąć, i jedynie z obowiązku recenzenta przytaczam wybrane, np.:

- str. 17 – opis na Schemacie 3 „UV, DMTA”- chyba chodziło o użyty w reakcji fotoinicjator 2,2-dimetoksy-2-fenylacetofenon (DMPA), a nie dynamiczną analizę termo-mechaniczną.
- str. 22 – „Technika ta pozwala na analizę nie tylko wiązań chemicznych w cząsteczkach, ale także o ich polaryzowalności oraz umożliwia badanie ruchu segmentów wiązań.” – nie do końca kompletne zdanie dot. analizy FTIR.

Ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej mgr Agaty Sandry Herc

Konstrukcja dysertacji w formie cyklu prac może być z jednej strony dla jej recenzenta ułatwieniem, ale jednocześnie może być i mniej dogodna. Łatwiejsza ze względu na fakt, iż rezultaty badań zostały już opublikowane, zatem uzyskały pozytywne oceny recenzentów danego czasopisma. Zatem jeśli pojawiły się jakieś błędy czy wątpliwości w interpretacji wyników wykonywanych badań, to zostały już one skorygowane. Z kolei w moim obowiązku, jako recenzenta tej rozprawy doktorskiej jest ich ponowna ocena, i to jest ta część mniej komfortowa. W tej zasadniczej ocenie rozprawy ograniczę się do kilku kwestii.

We wprowadzeniu do załączonego cyklu publikacji, który zawiera pięciostronicowy wstęp dotyczący „Krótkiego przeglądu literatury przedmiotowej”, jak pisze Doktorantka, zawarto zwięzłe informacje dotyczące polilaktydu, jego właściwości, metod syntez i opisu materiałów kompozytowych powstałych z jego udziałem. Przy tej okazji mam pewną krytyczną uwagę. Zdecydowanie zabrakło mi w tej części informacji na temat związków krzemooorganicznych – polisiloksanów, a dokładniej drabinkowych silseskwioxanów i ich małowcząsteczkowych analogów cyklosiloksanowych, które są przecież podstawą tej pracy doktorskiej. To te związki były przez Doktorantkę syntezowane i dopiero ich pochodne zostały użyte do modyfikacji próbek PLA, dając w efekcie materiały kompozytowe o interesujących właściwościach fizykochemicznych. W pracy pojawiają się dwa odnośniki dotyczące drabinkowych silseskwioxanów i cyklosiloksanów, a niewątpliwie literatura w tym obszarze chemii związków krzemu jest bogata, także o prace przeglądowe.

Ważnym fragmentem jest cel pracy, który dobitnie wskazuje główne założenia podjęcia przez Doktorantkę tego nurtu badań, co w publikacjach zdarza się, że nie jest jednoznacznie i wyraźnie nakreślony. Tutaj cele zostały wyraźnie określone i jeśli chodzi o moją znajomość tematyki silseskwioxanów to mogę stwierdzić, że są ciekawe i dość ambitne.

Moją ocenę części dot. uzyskanych wyników ograniczę do kilku komentarzy czy pytań, do których prosiłabym, aby Doktorantka ustosunkowała się w trakcie obrony pracy doktorskiej:

1. Na schemacie 2, w celu pracy pojawiły się jedynie struktury modyfikowanych drabinkowych silseskwioxanów razem z PLA, wraz z postulowanymi oddziaływaniami pomiędzy LPSQ-R a PLA, ale nie ma ich cyklosiloksanowych analogów, o czym Doktorantka wspomina. Moim zdaniem powinno być to pokazane schematycznie dla wszystkich typów użytych modyfikatorów.
2. W części opisu uzyskanych wyników nie znalazłam informacji na temat syntez funkcjonalizowanych cyklosiloksanów (CX-R), które są niskocząsteczkowymi analogami (modelami) (praca III) użytych silseskwioxanów drabinkowych LPSQ-R. W tym przypadku nie doszukałam się także informacji o ocenie ich stabilności termicznej.
3. Analiza spektroskopowa NMR otrzymanych układów drabinkowych LPSQ-R po funkcjonalizacji była wykonywana w różnych rozpuszczalnikach deuterowanych. Jak się domyślam, nie było to

zamierzone, ale może utrudniać interpretację/porównywanie wyników badań pomiędzy odpowiednimi analogami.

4. Analiza termiczna LPSQ-R przedstawiona jest dla pochodnych karboksylowych (Rys. 1). Dlaczego jeden wynik dla LPSQ-OH2 kończy się na temp. ok. 800°C? Czy jest to wynik nieopublikowany? Czy wykonano także taką analizę dla analogów fluorowanych?
5. Wydaje mi się, że informacja o przedstawieniu wyników niepublikowanych dla próbek P/100-OH, P/100-(OH)2, P/100-COOH i P/100-COOMe powinna zostać wskazana bardziej precyzyjnie - pokazano analizę spektroskopową FTIR i Ramana tych układów w porównaniu z analogami fluorowanymi. Jednakże czytający musiał zachować czujność w ich analizie – które z rezultatów są opublikowane, a które nie. Poza tym, w dalszej części prac stosowano zdecydowanie mniejsze ilości dodatków LPSQ-R do PLA, na poziomie 1-5% wag. Poproszę o komentarz, czemu miał służyć tak duży udział tych modyfikatorów?
6. W przypadku użycia pochodnych CX-R, do modyfikacji PLA, zastosowane zostały ich hydroksylowe i karboksylowe pochodne (praca III), ale nie fluorowane analogi. Ponadto wykorzystano pochodną winylową (CX-Vi), jako jedyny przykład substratu tak sfunkcjonalizowanego modyfikatora. Czy mogę poprosić o komentarz w tej kwestii?
7. W opisie analiz hybryd PLA/LPSQ-R dokonano także pomiaru ich mas cząsteczkowych za pomocą chromatografii żelowej. Czy w trakcie wykonywania analiz (nie) zaobserwowano rozpad połączeń tych układów i wyodrębnienia sfunkcjonalizowanych silseskwioksanów klatkowych?
8. Dla układu PLA/LPSQ-COOMe zawierającego 2% i 5% wag. LPSQ-COOMe, zanotowano wysoką transmitancję tej próbki, porównywalną z PLA. Co może być tego powodem?

W podsumowaniu Doktorantka wskazuje co zrealizowano w ramach przedstawionego cyklu publikacji. Zmiany analizowanych właściwości przypisywane są powstawaniu wiązań wodorowych jak i oddziaływań typu $n-\pi^*$ między konkretnymi ugrupowaniami PLA i LPSQ-R. Niewątpliwie interesujące wyniki polepszenia parametrów termicznych oraz mechanicznych uzyskano dla materiałów PLA/LPSQ-R, a szczególnie dla pochodnej R=COOMe (wzrost plastyczności, tj. ok. 230% wydłużenie przy zerwaniu, dla naprężenia ok. 40MPa, w porównaniu z czystym PLA), a także obserwowano przyspieszenie zarodkowania tych materiałów i różną wielkość kryształitów. Dodatkowo, dla pochodnych fluorowanych wykorzystano wyniki obliczeń kwantowo-chemicznego modelowania, do zaprojektowania syntez ich konkretnej pochodnej. Warte uwagi są także dobre parametry przenikalności tlenu dla wybranych materiałów, co niewątpliwie może mieć istotny wpływ na ich wykorzystanie.

Ocena dorobku naukowego mgr Agaty Sandry Herc

Łączny dorobek naukowy Pani mgr Agaty Herc obejmuje osiem artykułów naukowych (dane z dnia 5.01.2022) opublikowanych w czasopiśmie znajdujących się w bazie JCR, z czego cztery wchodzi w skład cyklu publikacji będących podstawą dysertacji Kandydatki. Wszystkie te prace zostały opublikowane w latach 2019-2021. Zgodnie z wynikami dostępnymi w bazie Scopus w dniu 5.01.2022, publikacje Pani mgr Herc były cytowane 39 razy (włączając autocytowania), natomiast indeks Hirscha wynosi 4. Moim zdaniem są to dobre wskaźniki. Kandydatka jest współautorką jednej pracy, która była cytowana 14 razy „*Antimicrobial and antibiofilm n-acetyl-l-*

cysteine grafted siloxane polymers with potential for use in water systems” *Int. J. Mol. Sci.* 2019, 20, 2011–2025. Pani mgr Herc jest ponadto współautorką zgłoszenia patentowego dotyczącego syntez sfunkcjonalizowanych liniowych poli(silsekwioksanów) i ich użycia do modyfikacji biodegradowalnych poliestrow. Inną formą upowszechniania wyników badań jest ich prezentacja w na konferencjach międzynarodowych i krajowych, w których Doktorantka jest współautorką 6 wystąpień ustnych i 5 posterowych. Pani mgr Herc była wykonawcą - stypendystką w jednym projekcie NCN, a także kierowała projektem przyznany przez CBMiM PAN w 2017r. Jednocześnie angażowała się w popularyzację nauki, czego przykładem są wystąpienia na Festiwalach Nauki, Techniki i Sztuki. Podsumowując, pozytywnie oceniam aktywność naukową Pani mgr Agaty Herc, przekładającą się na wartościowy pod względem jakościowym i ilościowym dorobek w postaci opublikowanych prac i wystąpień. Kandydatka w trakcie realizacji doktoratu pogłębiła także swoje umiejętności w obszarze wykonywanych badań eksperymentalnych jak i analizy i sposobu opracowywania wyników.

Wszystkie wskazane przeze mnie drobne błędy i niedopatrzenia, a także moje uwagi dyskusyjne, nie mają wpływu na ocenę całości pracy. W mojej opinii recenzowana Rozprawa przygotowana przez Panią mgr Agatę Herc spełnia warunki określone w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. 2018 poz. 1668), a moja ocena jest jak najbardziej pozytywna. W związku z powyższym, zwracam się z wnioskiem do Rady Naukowej CBMiM PAN w Łodzi o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie Doktorantki do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Beata Dudziec

.....
dr hab. Beata Dudziec, prof. UAM